

Лист у редакцію

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ГІДРОКСИКОРИЧНИХ КИСЛОТ У МОРКВИ КОРЕНЕПЛОДАХ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕРМІНУ ЇХ ЗБЕРІГАННЯ

Ірина Журавель, Надія Бурда, Вікторія Кисличенко

Національний фармацевтичний університет  
України

**Вступ.** Морква посівна (*Daucus carota* L.) з родини Селерові (Ariaceae) культивується у багатьох країнах світу як овочева культура. Моркви коренеплоди вживають у свіжому та переробленому вигляді. В Україні переважно вирощують сорти цієї культури Яскрава, Нантська харківська, Оленка, які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [<https://me.gov.ua/view/d2bb027b-29b9-4e41-8215-1e6cb012d88c>].

Моркви коренеплоди мають високу харчову, лікувально-профілактичну цінність та можливість тривалого зберігання [2]. Для підтримки здоров'я населення необхідно забезпечити якість харчування кожного громадянина України. Раціон здорової людини включає овочі, які є джерелом життєво необхідних нутрієнтів [5]. Важливим аргументом у виборі продуктів харчування є поєднання їхніх корисних властивостей, смакових якостей, можливості переробки та доступності для широких верств населення. Моркви посівної коренеплоди повністю відповідають цим критеріям. Хімічний склад коренеплодів представлений фенольними сполуками, зокрема флавоноїдами, гідроксикоричними кислотами, танинами, стероїдами, тритерпеноїдами, поліацетиленами, вуглеводами, вітамінами та провітамінами, мінеральними комплексами [1,3,6,8,11,12]. Особливої уваги заслуговують фенольні сполуки, зокрема гідроксикоричні кислоти [13]. Гідроксикоричні кислоти виявляють антиоксидантну, кардіопротекторну, гепатопротекторну, протизапальну, протиракову активність, покращують травлення, функції серцево-судинної та нервової системи [3,4,9,10,15].

Отже, гідроксикоричні кислоти є цінними нутрієнтами моркви посівної коренеплодів, завдяки яким ця сировина є корисним харчовим та лікувально-профілактичним продуктом. Дослідження вмісту біологічно активних гідроксикоричних кислот у залежності від первинної обробки сировини та терміну її зберігання є актуальним.

**Метою роботи** було визначення кількісного вмісту гідроксикоричних кислот у моркви посівної коренеплодах сортів Яскрава, Нантська харківська, Оленка в залежності від терміну їх зберігання.

**Матеріали та методи.** Об'єктами дослідження були моркви посівної коренеплоди сортів Яскрава, Нантська харківська, Оленка. Сировину заготовляли наприкінці жовтня 2025 року у Харківській області (Україна). Коренеплоди після заготівлі відділяли від надземної частини,

промивали у холодній воді, просушували, видаляли дрібні корені та зберігали у холодильнику за температури +7-8 °C упродовж 3 місяців. Для експерименту з моркви коренеплодів свіжих через 1, 2 та 3 місяці зберігання відбирали зразки, сировину різали ножом на смужки розміром 1,0×0,5 см та висушували їх у сушильній шафі за температури 45-50 °C. Для досліджень готували 7 серій сировини. Вміст гідроксикоричних кислот визначали спектрофотометричним методом у кожній серії моркви коренеплодів у 5 повторностях за довжини хвилі 525 нм у перерахунку на хлорогенову кислоту за методикою національної частини монографії «Кропива листя» ДФУ 2.0.3 [14]. Оптичну густину досліджуваних розчинів вимірювали за допомогою спектрофотометра Mecasys Optizen POP (Південна Корея). Для приготування вихідного розчину 1,0 г подрібненої до порошкоподібного стану сировини екстрагували 100 мл 50 % етанолу на киплячій водяній бані. Випробовуваний розчин готували з використанням 1 мл вихідного розчину, який поміщали у мірну колбу місткістю 10 мл, додавали 2 мл 0,5 М розчину кислоти хлористоводневої, 2 мл свіжоприготованого розчину 10 г натрію нітриту і 10 г натрію молібдату у 100 мл води, 2 мл розчину натрію гідроксиду розведеного, доводили об'єм розчину водою до позначки та перемішували. Для приготування компенсаційного розчину 1 мл вихідного розчину поміщали у мірну колбу місткістю 10 мл, додавали 2 мл 0,5 М розчину кислоти хлористоводневої і 2 мл розчину натрію гідроксиду, доводили об'єм розчину водою до позначки та перемішували. Для експерименту використовували реактиви компанії Sigma-Aldrich, USA.

Отримані результати опрацьовано методом математичної статистики.

**Результати та обговорення.** За даними літератури відомо, що технологічна обробка моркви коренеплодів викликає стрес і стимулює накопичення гідроксикоричних кислот [6,7]. Нами було досліджено мінімально технологічно оброблену сировину моркви посівної трьох сортів, які переважно культивують в Україні. Результати досліджень на прикладі однієї з серій моркви коренеплодів наведено у таблиці 1.

У результаті досліджень встановлено, що протягом першого місяця зберігання моркви посівної коренеплодів усіх досліджуваних сортів спостерігалось збільшення вмісту гідроксикоричних кислот у декілька разів, що не суперечило даним літератури [6]. Рекордсменом по накопиченню гідроксикоричних кислот у підземних органах моркви посівної після першого місяця зберігання виявився сорт Нантська харківська ( $2,66 \pm 0,05$  %). У коренеплодах сорту Яскрава вміст досліджуваних сполук збільшився у 3,5 рази, сорту Нантська харківська – у 3,8, сорту Оленка – у 3,6 рази. Упродовж подальшого зберігання моркви коренеплодів вміст гідроксикоричних кислот дещо зменшувався. Через 2 місяці вміст гідроксикоричних кислот у сировині моркви сорту Яскрава знизився у межах відхилення, через 3 місяця – на 0,13 ± 0,01 %.

Коренеплоди сорту Нантська харківська втрапили на 2 місяць зберігання 3,76 % гідроксикоричних кислот, на 3 місяць – 6,77 % по відношенню до 1 місяця. У сировині моркви посівної сорту Оленка зниження вмісту досліджуваних фенольних кислот дорівнювало 6,57 % на 2 місяць та 13,13 % на 3 місяць зберігання.

Зниження вмісту гідроксикоричних кислот у моркви посівної коренеплодах на 3 місяць зберігання у порівнянні з 2 місяцем для усіх досліджуваних сортів було незначним.

**Таблиця 1. Вміст гідроксикоричних кислот у коренеплодах моркви посівної у перерахунку на хлорогенову кислоту та абсолютно суху сировину, % (n = 5, P ≤ 0,05)**

Сорт моркви посівної	Термін зберігання	Вміст гідроксикоричних кислот, %
Яскрава	Свіжозібрана сировина	0,52 ± 0,02
	1 місяць	1,82 ± 0,04
	2 місяці	1,78 ± 0,04
	3 місяці	1,69 ± 0,03
Нантська харківська	Свіжозібрана сировина	0,70 ± 0,02
	1 місяць	2,66 ± 0,05
	2 місяці	2,56 ± 0,05
	3 місяці	2,48 ± 0,04
Оленка	Свіжозібрана сировина	0,55 ± 0,02
	1 місяць	1,98 ± 0,04
	2 місяці	1,85 ± 0,04
	3 місяці	1,72 ± 0,03

**Висновки.** У результаті визначення кількісного вмісту гідроксикоричних кислот у моркви посівної коренеплодах сортів Яскрава, Нантська харківська та Оленка виявлено збільшення вмісту цих сполук у досліджуваній сировині в 3,5-3,8 рази через 1 місяць та незначне зниження їхнього вмісту через 2 та 3 місяці зберігання коренеплодів за температури +7-8 °C. Отже, моркви посівної коренеплоди досліджуваних вітчизняних сортів селекції можуть бути корисним джерелом необхідних для організму людини нутрієнтів, зокрема гідроксикоричних кислот, протягом тривалого зберігання, що безумовно дозволить покращити якість харчування широких верств населення нашої країни.

**Перспективи подальших досліджень.** Одержані експериментальні дані можуть бути використані для раціональної первинної обробки та збереження корисних властивостей а також харчової цінності моркви посівної коренеплодів.

**Фінансування проведених досліджень** за рахунок фізичних осіб.

#### Study of the content of hydroxycinnamic acids in carrot root crops depending on their storage period

Iryna Zhuravel, Nadiia Burda, Viktoriia Kyslychenko

**Introduction.** Carrot (*Daucus carota* L.) from the Celery family (Apiaceae) is cultivated in many countries of the world as a vegetable crop. Carrot root crops are consumed

fresh and processed. In Ukraine, the varieties of this crop Yaskrava, Nantska Kharkivska, Olenka are mainly grown, which are included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. Carrots are root vegetables with high nutritional, therapeutic and prophylactic value and the possibility of long-term storage. The chemical composition of root crops is represented by phenolic compounds, in particular flavonoids, hydroxycinnamic acids, tannins, steroids, triterpenoids, polyacetylenes, carbohydrates, vitamins and provitamins, mineral complexes. Phenolic compounds, in particular hydroxycinnamic acids, deserve special attention. These substances exhibit antioxidant, cardioprotective, hepatoprotective, anti-inflammatory, anticancer activity, improve digestion, cardiovascular and nervous system functions. Therefore, hydroxycinnamic acids are valuable nutrients of carrot, a root crops, due to which this raw material is a useful food and therapeutic and prophylactic product. The study of the content of biologically active hydroxycinnamic acids depending on the primary processing of the raw material and its storage period is relevant. **The aim of the work** was to determine the quantitative content of hydroxycinnamic acids in carrot root crops of the Yaskrava, Nantska Kharkivska and Olenka varieties depending on their storage period. **Materials and methods.** The objects of the study were carrot root crops of the varieties Yaskrava, Nantska Kharkivska, Olenka. The raw materials were harvested at the end of

October 2025 in the Kharkiv region (Ukraine). After harvesting, the root crops were separated from the above-ground part, washed in cold water, dried, small roots were removed and stored in a refrigerator at a temperature of +7-8 °C for 3 months. For the experiment with fresh carrot root crops, samples were taken after 1, 2 and 3 months of storage, the raw materials were cut with a knife into strips measuring 1.0×0.5 cm and dried in a drying cabinet at a temperature of 45-50 °C. The content of hydroxycinnamic acids was determined by spectrophotometric method according to the method of the national part of the monograph "Nettle Leaves" of the State Pharmacopoeia of Ukraine 2.0.3. The results obtained were processed by the method of mathematical statistics. **Results and discussion.** According to the literature, it is known that technological processing of carrot root crops causes stress and stimulates the accumulation of hydroxycinnamic acids. We investigated minimally technologically processed raw materials of three varieties of carrots, which are mainly cultivated in Ukraine. As a result of the research, it was found that during the first month of storage of carrot root crops of all studied varieties, an increase in the content of hydroxycinnamic acids was observed several times, which did not contradict the literature data. The record holder for the accumulation of hydroxycinnamic acids in the underground organs of carrot after the first month of storage was the Nantska Kharkivska variety (2.66 ± 0.05 %). In root crops of the Yaskrava variety, the content of the studied compounds increased by 3.5 times, in the Nantska Kharkivska variety - by 3.8, and in the Olenka variety - by 3.6 times. During further storage of carrot root crops, the content of hydroxycinnamic acids decreased slightly. After 2 months, the content of hydroxycinnamic acids in raw carrot raw materials of the Yaskrava variety decreased within the deviation limits, after 3 months - by 0.13 ± 0.01 %. Root crops of the Nantska Kharkivska variety lost 3.76 % of hydroxycinnamic acids in the 2nd month of storage, and 6.77 % in the 3rd month compared to the 1st month. In raw carrot variety Olenka, the decrease in the content of the studied phenolic acids was 6.57 % in the 2nd month and 13.13% in the 3rd month of storage. The decrease in the content of hydroxycinnamic acids in carrot root crops at 3 months of storage compared to 2 months for all studied varieties was insignificant. **Conclusions.** As a result of determining the quantitative content of hydroxycinnamic acids in carrot root crops of the Yaskrava, Nantska Kharkivska and Olenka varieties, an increase in the content of these compounds in the studied raw material by 3.5-3.8 times was found after 1 month and a slight decrease in their content after 2 and 3 months of root crop storage at a temperature of +7-8 °C. Therefore, carrot root crops of the studied domestic varieties of selection can be a useful source of nutrients necessary for the human body, in particular hydroxycinnamic acids, during long-term storage, which will certainly improve the quality of nutrition of the broad population of our country.

**Keywords:** *Daucus carota* L., carrot, hydroxycinnamic acid, antioxidants.

## References

1. Al-Snafi A Nutritional and therapeutic importance of *Daucus carota* – A review. *Journal of Pharmacy*. 2017; 7(2):72-88. DOI:10.9790/3013-0702017288
2. Ahmad T, Cawood M, Iqbal Q, Ariño A, Batool A, Rana M et al. Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits—Review Article. *Foods*. 2019;8(9): 424. doi: 10.3390/foods8090424
3. Bystrická J, Kavalcová P, Musilová J, Vollmannová A, Tóth T, Lenková M. Carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) as source of antioxidants. *Acta agriculturae Slovenica*. 2015;105(2):303 – 311. <https://doi.org/10.14720/aas.2015.105.2.13>
4. Ceylan F, Günel-Köroğlu D, Saricaoglu B, Ozkan G, Capanoglu E, Calina D et al. Anticancer potential of hydroxycinnamic acids: mechanisms, bioavailability, and therapeutic applications. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*. 2024;398:469-495. DOI:10.1007/s00210-024-03396-x
5. Coman V, Vodnar D. Hydroxycinnamic acids and human health: recent advances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;100(2):483-499. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10010>
6. Hellström J, Granato D, Mattila P. Accumulation of Phenolic Acids during Storage over Differently Handled Fresh Carrots. *Foods*. 2020; 9(10): 1515. <https://doi.org/10.3390/foods9101515>
7. Jacobo-Velázquez D, Guerrero-Analco J, Monribot-Villanueva J, Rodriguez E. Storage of shredded carrots induces accumulation of chlorogenic acid and other phenolics without generating toxic or anti-nutritional metabolites: A metabolomics study. *LWT - Food Science and Technology*. 2025; 230: 118267. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118267>
8. Kjellenberg L, Johansson E, Gustavsson K, Olsson M. Polyacetylenes in fresh and stored carrots (*Daucus carota*): relations to root morphology and sugar content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2011;92(8):1748-1754. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5541>
9. Lan Yang, Jianfei Nao, Xiaoyu Dong. The Therapeutic Potential of Hydroxycinnamic Acid Derivatives in Parkinson's Disease: Focus on In Vivo Research Advancements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2023;71(29):10932–10951. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c02787>
10. Razzaghi-Asl N, Garrido J, Khazraei H, Borges F, Firuzi O. Antioxidant Properties of Hydroxycinnamic Acids: A Review of Structure- Activity Relationships. *Current Medical Chemistry*. 2013;20(36):4436 – 4450. DOI: 10.2174/09298673113209990141
11. Sharma K, Karki S, Thakur N, Attri S. Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a Review. *J Food Sci Technol*. 2012;49:22–32. doi: 10.1007/s13197-011-0310-7
12. Sheila J, Priyadarshini S, Jane M, Arumugam P. Phytochemical profile and thin layer chromatographic studies of *Daucus Carota* peel extracts. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017; 2(1): 23-26.

13. Sova M, Saso L Natural Sources, Pharmacokinetics, Biological Activities and Health Benefits of Hydroxycinnamic Acids and Their Metabolites. *Nutrients*. 2020;12(8):

2190. <https://doi.org/10.3390/nu12082190>

14. State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 volumes / SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for Quality of Medicinal Products". 2nd ed. Kharkiv: SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for Quality of Medicines". 2014. 3. 732 p.

15. Zi-Ying Wang, Ying Yin, Dong-Ni Li un-Qing Huang. Biological Activities of p-Hydroxycinnamic Acids in Maintaining Gut Barrier Integrity and Function. *Foods*. 2023; 12(13):

2636. <https://doi.org/10.3390/foods12132636>